

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N°

209

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Gabriel-Claude COURTEHEUSE

Né le 24 Janvier 1908 à Rouen

BASES ACTUELLES DE LA PROPHYLAXIE

DES

INTOXICATIONS PAR LA VOIE RESPIRATOIRE

(GAZ DE COMBAT)

Président : M. TANON, Professeur

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR

91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1935

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Gabriel-Claude COURTEHEUSE

Né le 24 Janvier 1908 à Rouen

BASES ACTUELLES DE LA PROPHYLAXIE
DES
INTOXICATIONS PAR LA VOIE RESPIRATOIRE
(GAZ DE COMBAT)

Président : M. TANON, Professeur

PARIS
AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR
91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1935

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	N...
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	PROUST.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oro-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
	MULON.
Professeurs sans chaire	OLIVIER.
	VERNE.
	MOCQUOT.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BÉNARD (Henri) . Pathologie médicale.
 BERNARD Étienne. Pathologie médicale.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER Pathologie médicale.
 DOGNON..... Physique.
 FEY Urologie.
 GALLIARD..... Parasitologie.
 GASTINEL..... Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie
 chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD..... Histologie.
 HAGUENAU Pathologie médicale.
 HALPHEN..... Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.
 LABBÉ (Henri) ... Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.

MM.

LANTUÉJOUL ... Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) . Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY..... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI .. Neurologie et Psychiatrie
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET... Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING..... Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS Pathologie chirurgicale.
 PIÉDELIÈVRE ... Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHT Physiologie.
 SANNIÉ..... Chimie biologique.
 SÉNÈQUE..... Pathologie chirurgicale.
 TROISIER Pathologie expérimentale
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

AGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT. Physiologie.

MM.

LEROUX..... Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.
 ZIMMERN..... Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

MM.		MM.	
ABRAMI.....	Clinique médicale.	BASSET.....	Clinique chirurgicale.
ALAJOUANINE..		BROCQ.....	
AUBERTIN.....		CADENAT.....	
BRULÉ.....		GATELLIER....	
CHABROL.....		HEITZ-BOYER..	
CHIRAY.....		MOURE.....	
DONZELOT.....		QUENU.....	
DUVOIR.....		SCHWARTZ.....	
HARVIER.....		VELTER.....	
LIAN.....			
PASTEUR-VALLÉY-RADOT.....			
SÉZARY.....			
MM.			
ECALLE.....	Clinique obstétricale.		
GUÉNIOT.....			
LE LORIER.....			
LÉVY-SOLAL....			
METZGER.....			

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé.....	Éducation physique.
LEDoux-LEBARD.....	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ.....	Puériculture.
FREY.....	Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que ses opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Officier de la Légion d'Honneur

*Qui a bien voulu nous faire le grand
honneur d'accepter la présidence de
cette thèse.*

A LA MÉMOIRE DE MON ONCLE

A MES PARENTS

A MA FEMME ET A NOS CHERS ENFANTS

A MON FRÈRE

A LA MÉMOIRE DE
MONSIEUR LE DOCTEUR PIERRE DEROCQUE
Ancien chirurgien des hôpitaux de Rouen

A MES MAITRES
DANS LES HOPITAUX DE ROUEN
ET A MONSIEUR LE DOCTEUR
LE GUILINEL DE LIGUEROLLES
Ancien directeur du Sanatorium d'Oissel

MEIS ET AMICIS

INTRODUCTION

La question de l'intoxication par les gaz est l'une des plus actuelles et l'une des plus angoissantes non seulement au point de vue médical, mais aussi pour les autorités sanitaires civiles et militaires. Une prochaine guerre utilisera sans aucun doute les armes chimiques sur une échelle beaucoup plus vaste qu'on ne l'a fait au cours de la dernière. Les progrès de l'aviation permettront de transporter la guerre chimique loin derrière le théâtre des combats proprement dits. Tous ceux qui se sont occupés de la question sont persuadés que la population civile sera aussi menacée que les combattants. Or, l'organisation de la défense est beaucoup plus difficile à l'arrière que sur le front et cette organisation doit s'inspirer de principes différents.

Quelle que soit la solution qu'on compte porter à ce problème, il s'agit d'une organisation pour laquelle la France a été devancée par de nombreuses nations étrangères. On aurait, en effet, tort de croire que la prophylaxie de l'intoxication par les gaz n'a d'utilité qu'en temps de guerre. Les divers gaz toxiques maniés dans l'industrie ou produits acciden-

tellement font suffisamment de victimes pour justifier la création d'une équipe de sauveteurs munis de tous les perfectionnements modernes. Cette même équipe, incorporée dans une vaste organisation collective pourrait rendre les plus grands services en temps de guerre.

*
* *

Notre but, dans les cadres de ce modeste travail, n'est pas d'étudier en détail les divers moyens de la prophylaxie des gaz toxiques. Nous voudrions simplement montrer les bases scientifiques sur lesquelles peut reposer actuellement cette prophylaxie. Il nous a semblé que trop de bruits pessimistes ont été répandus autour des gaz de combat. On a contesté l'efficacité de la plupart des moyens défensifs employés. Or, il suffit de réfléchir pour se convaincre du contraire. Comme l'a dit PRANDTL, l'un des chimistes allemands les plus compétents en cette matière, « il doit y avoir un moyen de défense contre tout gaz de combat, car on ne peut préparer un gaz contre lequel on n'a pas de protection ». La première condition de maniabilité des gaz de guerre est donc l'existence d'un moyen de prophylaxie. Celui-ci reste, bien entendu, secret, mais, en réalité, il ne peut tarder à être découvert aussitôt que l'on connaît la composition chimique et les diverses propriétés du gaz.

Bien plus redoutables sont, à ce point de vue, les gaz produits accidentellement dans des conditions

naturelles ou dans l'industrie. Pour ne citer l'exemple que du banal oxyde de carbone, on sait qu'aucun masque ne peut protéger contre celui-ci aussitôt qu'il se trouve à une concentration suffisante dans l'atmosphère.

Nous ne nous occuperons dans ce travail que des gaz agissant par les voies respiratoires ou sur les voies respiratoires. Nous laisserons complètement de côté les gaz vésicants et tous ceux dont la prophylaxie doit s'inspirer de principes différents de ceux sur lesquels repose la défense contre les gaz asphyxiants, anoxémiants, etc.

CHAPITRE I

CLASSIFICATIONS DES GAZ TOXIQUES

Les gaz toxiques actuellement connus peuvent être classés selon plusieurs principes. Nous reproduirons ici les diverses classifications, dans le but d'éclairer notre problème de nombreux angles. Les principales classifications se basent sur

- a)* la composition chimique ;
- b)* l'action toxique ;
- c)* les sources de l'intoxication et
- d)* l'aspect clinique de l'intoxication.

Nous étudierons ces classifications successivement.

A) Classification chimique

I. GAZ INORGANIQUES

Chlore, Brome, Iode.

Acide chlorhydrique, acide fluorhydrique.

Oxygène et Ozone en surpression.

Anhydride sulfureux, Hydrogène sulfuré.

Acide sulfurique.

Vapeurs nitreuses. Protoxyde d'azote.

Ammoniaque.

Phosphore, Hydrogène phosphoré.

Trichlorure et pentachlorure de phosphore.

Hydrogène arsénié, Hydrogène antimonié.

Oxyde de carbone. Anhydride carbonique.

Vapeurs mercuriques.

II. GAZ ORGANIQUES

Méthane.

Formaldéhyde.

Solvants volatils (Alcool, Éther, Chloroforme, Acétone, Trichloréthylène, etc.).

Acide cyanhydrique.

Chloroformiate de méthyle dichloré (Phosgène).

Chloroformiate de méthyle mono et trichloré.

Sulfure d'éthyle dichloré (ypérite).

Chloropierine.

Bromacétone, Bromacétate et Iodacétate d'éthyle, Bromobenzyl.

Chloracétophénone.

Monométhyldichlorarsine. Diphénylmonochlorarsine, Diphénylamine monochlorarsine.

Lewisite.

Plomb tétraéthyle. Nickel carbonyle.

Cette classification ne peut prétendre à être complète. Elle est destinée à montrer combien la compo-

tion chimique des gaz est complexe, ce qui explique la diversité de leur action physiologique. Nous y avons d'ailleurs compris également des corps qui ne sont pas à proprement parler gazeux mais qui peuvent pénétrer par la voie respiratoire, étant donné leur état très divisé en fines particules.

B) Classification toxicologique

Il existe plusieurs classifications de cet ordre ; nous reproduirons la plus simple, un peu sommaire qu'utilisèrent les Allemands pendant la dernière guerre et la classification la plus scientifique, celle de D'AUTREBANDE.

CLASSIFICATION SELON L'ACTION SOMMAIRE :

Groupe à croix verte : Phosgène, Chloropicrine.

Groupe à croix jaune : Ypérite, Lewisite.

Groupe à croix bleue : Arsines.

Cette classification a servi à désigner les bombes ou grenades contenant les gaz. La croix verte désigne les gaz proprement asphyxiants, la croix jaune les gaz vésicants ou agissant avec prépondérance sur la peau et la croix bleue les gaz irritant les voies respiratoires supérieures (MUNTSCHE).

CLASSIFICATION DE D'AUTREBANDE

I. Toxiques anoxémiants.

a) Gaz agissant principalement sur les voies respiratoires supérieures :

Ammoniaque, Acide chlorhydrique, Acide sulfurique, Acide fluorhydrique, Formaldéhyde, Ypérite.

b) Gaz agissant sur les voies respiratoires supérieures et sur les poumons :

Anhydride sulfureux, Chlore, Brome, Iode, Acroléine, Hydrogène sulfuré.

c) Poisons de l'alvéole pulmonaire.

Vapeurs nitreuses, Ozone, Phosgène, Chloroformiates de méthyle monochloré et trichloré, chloropicrine, chlorures de phosphore.

II. Toxiques anémiants.

a) Oxyde de carbone.

b) Gaz méthémoglobinisants (nitrobenzène, aniline et dérivés).

III. Poisons tissulaires.

Acide cyanhydrique, Vapeurs mercuriques, Dérivés de l'arsenic et du phosphore, tétraéthyle de plomb, solvants organiques oxygène en surpression, etc.

C) Classification d'après la source de l'intoxication

Nous donnons la classification suivante que nous avons modifiée d'après FESSLER :

I. INTOXICATIONS DE LABORATOIRE ET D'USINE

Solvants organiques, Chlorure de méthyle, Aniline, Benzol, Acide cyanhydrique, Hydrogène arsénié, Hydrogène sulfuré, Anhydride sulfureux, Tétrachlorure de carbone, Hydrogène, Azote, Acétylène, Protoxyde d'azote, Brome, Chlore, Acide chlorhydrique et fluorhydrique, anhydride sulfureux, vapeurs nitreuses, ammoniacque, etc.

II. GAZ TOXIQUES DES MINES, DES MOTEURS A EXPLOSION, INTOXICATIONS ACCIDENTELLES PAR FOURNEAUX, ETC.

Oxyde de carbone, anhydride carbonique, méthane, benzol, tétraéthyle de plomb, etc.

III. GAZ DE COMBAT

Phosgène, bromacétone, ypérite, chloropicrine, Lewisite, adamsite, diverses arsines, etc.

D) Classification clinique

Le tableau suivant est donné par MUNTSCHE pour le diagnostic rapide des divers gaz toxiques :

	Vésicules cutanées	Ypérite
Lésions cutanées	⎧ Rougeur et gonflement	⎧ Prurit et irritation des bronches Ypérite
		⎧ Brûlure cutanée et très forte irritation des muqueuses. Arsines

Pas de lésions cutanées	Participation pulmonaire	Irritation	{ Odeur douce-	
		des yeux	{ reuse.....	Chlore
			{ Vomissements .	Chloropicrine
	Peu	d'irritation	{ Asphyxie	Phosgène
			{ Irritation des	
		des yeux	{ bronches	Ypérite
Sans	participation pulmonaire	Seulement irritation des mu-		Bromacétone
		queuses		et chlora-
				cétone
		Céphalée, vertige, troubles		Oxyde de car-
		mentaux		bone
		Crampes, syncope		Acide cyan-
				hydrique

Telles sont les principaux points de vue qui permettent de classer les poisons gazeux. Leur connaissance nous a paru indispensable pour comprendre les bases de la prophylaxie que nous pouvons y opposer.

CHAPITRE II

FACTEURS EXTRINSÈQUES DE LA TOXICITÉ DES GAZ

Nous allons étudier dans ce chapitre les conditions qui font qu'un gaz devient toxique, indépendamment de son pouvoir toxique intrinsèque. On sait, en effet, que la toxicité d'un même corps dépend d'une quantité de facteurs pouvant varier à l'infini. On en connaît à peine quelques-uns, comme la concentration, la voie de pénétration, les solubilités, l'état antérieur du sujet, etc.

Nous prendrons comme exemple les gaz de combat qui semblent avoir été les mieux étudiés à ce sujet ; peut-être mis à part l'oxyde de carbone. Il existe une définition théorique de l'aptitude des gaz à servir de gaz de combat : « peut être considérée comme gaz de combat toute substance qui, répandue dans l'air à la dose de 4 grammes par mètre-cube crée une atmosphère capable de provoquer des lésions mortelles dans l'appareil respiratoire d'un homme ou d'un animal, qui y reste exposé cinq minutes (DAUTREBANDE). Cette définition est loin d'être valable aujourd'hui ;

elle ne prévoit pas l'utilisation des gaz caustiques, lacrymogènes, vésicants, sternutatoires, etc. D'ailleurs la toxicité de la plupart des gaz est beaucoup plus considérable.

Ce qu'il importe d'envisager beaucoup plus, ce sont les conditions extrinsèques et nous les examinerons d'après PRANDTL. Cet auteur envisage d'abord les *propriétés physiques* des gaz. Une conditions importante est la *diffusibilité*. Celle-ci doit être très grande pour assurer l'extension rapide des nappes. Il faut encore tenir compte de la tension de vapeur, du point d'ébullition, de la chaleur d'évaporation, de la rapidité d'évaporation et dans certains cas du point de fusion.

Un point très important est la *densité*. Le gaz de combat doit être plus lourd que l'air. Comme la densité des gaz est proportionnelle à leur poids moléculaire, on conçoit que les bons gaz de combat sont les molécules complexes. C'est pour cette raison que l'acide cyanhydrique ne peut guère servir ni l'oxyde de carbone.

La solubilité des gaz est un point important aussi. Les gaz de combat ne doivent pas être solubles dans l'eau car ils seraient vite absorbés par les nappes d'eau ou par le pluie. Par contre, ils doivent présenter une grande solubilité dans les matières organiques, conditions même de leur action toxique.

La *stabilité chimique* est très importante. Stabilité et bonne conservation dans l'obus qui sert à le projeter à distance ; il ne doit donc pas attaquer les

métaux, en particulier le fer. Stabilité aussi au moment de l'explosion du projectile, s'accompagnant toujours de production de chaleur. Il doit être stable aussi vis-à-vis des constituants de l'atmosphère.

Le dernier point, enfin, celui que nous examinerons plus loin en détail est sa stabilité vis-à-vis des moyens de protection. Contentons nous de noter ici que tout gaz peut être neutralisé par un filtre approprié ou par d'autres moyens défensifs. En l'état actuel des choses (en supposant qu'on organisera la défense telle que la science le permet actuellement), il faudra inventer des gaz tout nouveaux dans leurs affinités chimiques et peut-être aussi dans leur principe pour surprendre l'ennemi.

CHAPITRE III

LES GAZ ASPHYXIANTS OU ANOXÉMIANTS

On sait que l'acte essentiel de la respiration pulmonaire est l'*hématose*, c'est-à-dire la pénétration de l'oxygène à travers la paroi de l'alvéole dans le sang et l'élimination de l'anhydride carbonique par la voie inverse. On sait également que cette respiration ne représente que la première phase d'une série d'actes physiologiques qui aboutissent à la respiration cellulaire.

Nous allons envisager dans ce chapitre les gaz dont l'action toxique consiste essentiellement à empêcher l'hématose en lésant l'épithélium alvéolaire. Ces gaz sont appelés improprement des gaz asphyxiants. Car, l'asphyxie ne désigne actuellement que les états où l'anhydride carbonique s'accumule dans l'organisme et excite le centre respiratoire bulbaire. Dans le cas des gaz que nous envisageons ici ce n'est pas l'expulsion de l'acide carbonique qui est empêchée, c'est surtout la pénétration de l'oxygène qui devient impossible. Nous préférons donc la dénomination de gaz anoxémiant.

Parmi ceux-ci les plus importants à connaître sont le *phosgène* et la *chloropicrine*. Le mode d'action de ces deux gaz est superposable et assez complexe. Nous étudierons surtout le phosgène car la chloropicrine n'est guère employée pure.

Le phosgène semble pouvoir agir de deux façons distinctes : par sa décomposition en HCl et par une action toxique propre. Le premier effet apparaît immédiatement et semble être dû à l'irritation de la muqueuse respiratoire par l'acide chlorhydrique. Puis, si le sujet est soustrait à l'action du gaz, ces phénomènes cessent complètement. Ce n'est qu'au bout de 5 à 6 heures qu'on voit alors apparaître des manifestations pathologiques très alarmantes qui sont celles d'un œdème aigu du poumon : toux, dyspnée, expectoration mousseuse, rosée, parfois même sanglante avec cyanose, agitation, angoisse, etc.

Tous ces phénomènes sont dûs à l'action corrosive exercée par le gaz au niveau de l'alvéole pulmonaire. Cette action est essentiellement fonction de la concentration du gaz dans l'atmosphère et du temps pendant lequel le sujet y a été exposé. En un mot, ce qui importe, c'est la quantité de phosgène inhalé.

Heureusement, la protection contre ces gaz est relativement simple. Les masques habituels constituent un moyen de prophylaxie suffisant. On possède également des compositions neutralisantes efficaces : la solution de Solvay, la solution dite au foie de soufre, etc.

L'essentiel, dans la protection individuelle, est de

réduire au minimum la quantité de phosgène respirée. Dans un air vicié, il faut se retenir de respirer avant de mettre son masque car l'on risque des lésions pulmonaires irrémédiables et souvent mortelles.

CHAPITRE IV

GAZ ANOXÉMIANTS PROPREMENT DITS

Certains gaz qui peuvent franchir les voies respiratoires supérieures et la paroi alvéolaire sans déterminer de lésions, exercent leur action élective sur l'hémoglobine. En effet le second acte de la fonction respiratoire est la fixation de l'oxygène sur les globules rouges sous forme d'oxyhémoglobine.

Les gaz peuvent agir ici de deux manières distinctes, *l'une* consiste à se fixer à la molécule d'hémoglobine à la place de l'oxygène — c'est le cas de l'oxyde de carbone suivant la formule classique :



productrice de carboxyhémoglobine ;

l'autre, à transformer l'hémoglobine en un corps impropre à remplir la fonction respiratoire :

la méthémoglobine — et c'est le cas de l'aniline, des vapeurs nitreuses et des divers composés nitrés.

L'oxyde de carbone est généralement produit d'une façon accidentelle : intoxication par le gaz d'éclairage, fourneaux à combustion incomplète, gaz

d'échappement des moteurs d'automobiles, d'avions, etc...

Il joue également un rôle dans les mines, lors de la combustion du méthane. Mais c'est surtout en temps de guerre qu'il en est produit abondamment. La défragation des explosifs en libère de grosses quantités (la décomposition de 1 kilogramme de mélinite fournit 500 litres d'oxyde de carbone (D. P. BLOCH).

Ce même auteur a calculé que dans un abri étanche de 18 mètres-cubes, après le tir de 200-250 cartouches, la teneur en oxyde de carbone peut atteindre 1 ‰ c'est-à-dire largement la dose toxique. Ce fait explique les précautions prises dans ces abris : ventilation énergique et ce procédé nouveau : aspiration dans une gaine et collection dans un réservoir étanche des étuis tirés. Enfin et surtout, l'intoxication oxy-carbonée est-elle l'apanage de la guerre des mines, les camouflets et les fourneaux de la guerre souterraine pouvant libérer de 3.000 à 15.000 mètres cubes d'oxyde de carbone (DINOIRE).

Nous n'insistons pas plus longtemps sur la production ni sur le mode d'action de l'oxyde de carbone. Nous notons simplement son action plus nocive sur les anémiés, et chez les alcooliques, par intoxication bulbaire (CAZENEUVE, TANON & NEVEU, 1933).

Signalons également la nécessité de donner aux intoxiqués, en même temps que de l'oxygène une petite quantité d'anhydride carbonique pour stimuler leur centre respiratoire et pallier ainsi aux conséquences de l'acapnie (Y. HENDERSON, COT).

Cette carbogénothérapie sera également appliquée pour les intoxications par poisons méthémoglobinisants, dont aucun, d'ailleurs, n'est pratiquement utilisé comme gaz de combat.

CHAPITRE V

LES POISONS CELLULAIRES

Les toxiques gazeux qui ont pu franchir le champ d'hématose arrivent dans le sang et de là sont transportés au niveau de chaque cellule. On sait que c'est l'oxygène du sang qui sert à la respiration cellulaire. Or, un certain nombre de poisons agissent en empêchant les oxydations cellulaires. Le type de ceux-ci est l'acide cyanhydrique. Il y a lieu de mentionner encore le cyanogène et les divers nitriles volatils. Pour des raisons que nous avons exposés plus haut, aucun de ces corps n'a été utilisé couramment comme gaz de combat. Dans les carrières de Champagne cependant ils ont donné d'« assez bons » résultats.

On comprend généralement parmi les poisons cellulaires des corps qui n'ont pas la même action antioxydante générale que les dérivés de l'acide prussique. Il s'agit généralement de poisons du système nerveux. Les types en sont les solvants des graisses, comme l'alcool, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone, etc.

Parmi les gaz de combat et les substances volatiles

responsables d'accidents toxiques, il convient de ranger dans cette catégorie les vapeurs de mercure, l'antimoine, le phosphore et leurs dérivés et les arsines dont on connaît par ailleurs l'effet vésicant et irritant sur les voies respiratoires. Signalons également le tétraéthyle de plomb, utilisé comme antidétonant et qui est souvent responsable de l'intoxication par les gaz d'automobiles.

En dernière analyse, ces gaz sont souvent aussi anoxémiants par leur action sur le centre respiratoire bulbaire. Ce fait a une assez grande importance pratique car l'intoxication nécessite la mise en œuvre de la carbogénothérapie pour stimuler le centre respiratoire bulbaire.

CHAPITRE VI

GAZ IRRITANT LES VOIES RESPIRATOIRES SUPÉRIEURES

Dans ce chapitre nous allons envisager rapidement des faits qui ne relèvent plus à proprement parler de notre sujet. On doit, en effet, entendre par intoxication par la voie respiratoire le cas où la substance toxique suit le même chemin que l'oxygène inhalé. Or, les gaz irritant les voies respiratoires supérieures agissent sur celles-ci au même titre que sur toutes les muqueuses accessibles et, dans certains cas aussi, sur les téguments.

Parmi ces gaz, les plus importants sont l'ypérite et les arsines. On sait que l'ypérite est avant tout un gaz vésicant, mais elle attaque aussi les muqueuses oculaires, buccale, nasale, trachéo-bronchique, etc. Il s'agit avant tout d'un mécanisme caustique, l'ypérite attire l'eau des cellules et, en les déshydratant ainsi, détermine leur nécrose.

Bien que moins toxique que le phosgène, l'ypérite est l'un des gaz contre lesquels la défense est la plus difficile. La substance neutralisant le plus cou-

ramment employée est le chlorure de chaux. Elle serait aussi sensible aux oxydants (permanganate de potassium, hypochlorites, etc.).

Les arsines ont une action plus élective sur les muqueuses respiratoires, bien que certaines d'entre elles (bromure de cacodyle, lewisite, etc.) aient également une action vésicante.

A. MAYER a montré que tous ces gaz ont, à côté de leur action caustique déshydratante sur les tégu-ments et les muqueuses une action toxique générale, en particulier sur le système nerveux. Cette action serait particulièrement sensible lorsqu'on s'intoxique à petites doses répétées, comme le font les expérimentateurs ou les ouvriers occupés de la préparation des gaz.

Comme FLURY l'a montré, ces gaz sont capables aussi de déterminer des lésions de la surface respiratoire pulmonaire, surtout lorsque les lésions des voies supérieures sont minimales... Dans l'ensemble, cependant, ils sont moins toxiques pour l'alvéole que le phosgène ou la chloropicrine.

CHAPITRE VII

PROPHYLAXIE INDIVIDUELLE

La protection individuelle consiste essentiellement dans l'utilisation d'appareils portatifs empêchant la pénétration des gaz dans les voies respiratoires. Récemment, on a préconisé aussi les abris individuels ou familiaux (BRUÈRE). Nous allons étudier successivement les divers systèmes.

*
* * *

Les appareils protecteurs sont essentiellement de deux types : les masques filtrants et les appareils isolants. Les premiers permettent la respiration de l'air extérieur en retenant les gaz toxiques, alors que les seconds réalisent la respiration dans un milieu fermé en fournissant de l'oxygène.

Les dispositifs les plus courants sont les masques à filtre. Ils sont basés sur trois principes différents :

- a) la neutralisation chimique,
- b) la dissolution et,
- c) l'adsorption.

a) *La neutralisation chimique* a l'inconvénient de nécessiter un filtre spécial pour chaque toxique, aussi est-elle peu utilisée dans la pratique, sauf dans les industries spécialisées où l'on ne craint que l'action d'un seul ou d'un petit nombre de gaz.

Signalons par exemple le masque G. C. des Établissements Carterel, basé sur la propriété que présentent les mélanges d'anhydrique iodique et d'acide sulfurique d'oxyder l'oxyde de carbone.

Notons également qu'un mélange d'oxydes métalliques de cuivre et de manganèse transforme l'oxyde de carbone en « hopcalite » notion dont dérive le masque Burrel du Bureau des Mines de Pittsburg et l'appareil à oxydation catalytique du Comité Central des Houillères de France dans lesquels la neutralisation chimique est assurée par du charbon actif, de la ponce sodée, du chlorure de Ca et de la hopcalite.}

Ce procédé n'est indispensable que pour les gaz très légers, très fugaces, comme l'acide cyanhydrique, l'oxyde de carbone, etc., donc ceux qui ne sont pas employés comme gaz de combat. D'ailleurs les gaz lourds, peu réactifs ne se prêtent pas à la filtration chimique.

b) *La filtration par interposition d'un solvant* est également peu employée aujourd'hui. Elle l'a été. On a utilisé l'huile de ricin pour dissoudre la chloropirine, le bromure de benzyle, le chloroformiate de méthyle mono et trichloré.

c) Le procédé le plus couramment utilisé aujourd'hui

d'hui est la *filtration par adsorption*. On emploie à cet effet du charbon très finement divisé. Contrairement à la filtration chimique, ici ce sont les produits les moins volatils qui sont le mieux retenus.

Ceux-là passent, en effet, plus lentement et le temps d'adsorption est donc plus long.

L'efficacité de la filtration dépend de la finesse des particules de charbon, de la vitesse de passage du gaz, de sa concentration dans l'atmosphère et de la température.

Les inconvénients de ce procédé sont cependant assez nombreux. Le masque filtrant à charbon est inefficace ou peu efficace contre les gaz « fugaces ». Ceux-ci (phosgène, acide cyanhydrique, oxyde de carbone, acroléine, etc.) passent trop vite, presque aussi vite que l'oxygène et sont donc incomplètement retenus. Un autre inconvénient est la durée très limitée de l'efficacité. Les particules de charbon finissent par être saturées et le masque cesse d'en retenir d'autres. Il faut également compter sur le manque d'oxygène dans une atmosphère intoxiquée. Dans ce cas les phénomènes d'anoxémie ne tardent pas à se manifester même si le gaz toxique est retenu. D'ailleurs, lorsque les particules de charbon sont très serrées (ce qui est indispensable pour une bonne filtration) le masque peut s'obturer et ne plus laisser passer suffisamment d'oxygène.

Tous ces inconvénients font que le masque filtrant ne peut servir que pour une durée limitée, en raison des deux principes contradictoires qui président à

leur conception. Si l'on veut obtenir une filtration parfaite on augmente trop la résistance à l'oxygène et si l'on diminue cette résistance, on porte forcément atteinte à la filtration.

*
* *

Pour cette raison, on a eu recours, pour l'usage prolongé, aux appareils permettant d'isoler complètement l'individu de l'atmosphère ambiante. Il n'est pas douteux que théoriquement ces appareils représentent la solution idéale. Pratiquement celle-ci est cependant loin d'être réalisée. Qu'il s'agisse d'appareils reliés à une pompe ; ou de masques comportant une bombe à oxygène portative ou encore munis d'un dispositif producteur d'oxygène (oxylithe), ce sont toujours des appareils encombrants et ne répondant pas à toutes les conditions physiologiques de la respiration normale (pression d'oxygène, absorption de l'anhydride carbonique expiré, etc).

C'est le cas des appareils respiratoires DRÆGER et FEUZY, de l'appareil à oxygène E. C. M. G. à circuit ouvert qui dès 1916 a cependant rendu d'incalculables services soit dans les opérations de sauvetage soit dans la guerre des mines où s'impose à tout instant une exploration rapide (sa durée de protection ne dépassait guère une heure) en milieu délétère.

*
* *

On a préconisé récemment des procédés intermédiaires entre les mesures individuelles et les mesures-

collectives. Il s'agit de créer dans les appartements une pièce pouvant servir d'abri et dans laquelle on peut réaliser une surpression d'oxygène empêchant la pénétration des gaz toxiques. Il faudrait pour cela, de préférence une pièce non munie de vitres que l'on essaierait de fermer aussi hermétiquement que possible. Dans cette pièce on pourrait faire fonctionner une pompe réalisant la surpression d'oxygène ou bien encore y faire pénétrer l'oxygène par une canalisation d'air chaud. Dans une autre solution, citée par DAUTREBANDE, on peut remplir la tuyauterie du gaz d'éclairage par de l'oxygène en surpression.

Il s'agit évidemment de suggestions dont la réalisation rencontre aujourd'hui bien des difficultés. En tous cas, malgré leurs imperfections, les masques filtrants restent la base même de la prophylaxie individuelle actuelle. Ils durent toujours suffisamment longtemps pour permettre de valoir l'effet de la première surprise et pour gagner des abris plus sûrs et plus durables.

CHAPITRE VIII

PROPHYLAXIE COLLECTIVE

Il est indiscutable que toute mesure de protection individuelle doit se faire dans les cadres d'une vaste organisation de prophylaxie collective. Le rôle de cette organisation est multiple et nous allons en envisager les diverses phases :

- a)* détection ;
- b)* signalisation ;
- c)* organisation des abris ;
- d)* soins aux gazés ;
- e)* éducation du public et maintien d'une discipline stricte.

A vrai dire presque tout est encore à faire dans ce sens-là, tout au moins en ce qui concerne la protection des civils. On discute encore sur l'opportunité de telle ou telle mesure et on n'est guère passé encore dans le domaine des réalisations.

*
* * *

Les procédés de détection sont encore, dans bien

des cas fort imparfaits. Il en existe en principe, trois catégories :

a) détection chimique, ou physico-chimique.

b) détection physiologique.

c) détection subjective.

a) Il faut avouer que celui qui paraît théoriquement le plus parfait, la détection physico-chimique, est le moins avancé, et fournit les résultats les plus tardifs. Nous ne citerons que pour mémoire, le toxi-mètre de Guasco, ou détecteur à mousse de platine, le papier réactif au chlorure de palladium, le réactif iodico-sulfurique, employés pour la détection de l'oxyde de carbone. Cependant des progrès très nets ont été réalisés pour la détection des arsines — (aspiration du gaz suspecté dans une cartouche contenant du sulfate de soude anhydre, celle-ci introduite ensuite dans un appareil à hydrogène naissant laisse dégager de l'hydrogène arsénié que l'on décèle au moyen du papier iodomercureux de Denigès) — progrès, puisque cette méthode simple, sensible permet une réponse au bout d'une trentaine de minutes. Mais ce délai est encore trop long.

b) Cet inconvénient a sans doute motivé l'emploi de la détection physiologique, assez sûre et assez rapide dans certains cas (celui de l'oxyde de carbone, en particulier). A cet effet, on se sert de petits animaux à sang chaud (souris, oiseaux) qui succombent dans une atmosphère contenant une dose d'oxyde de carbone qui n'est pas encore dangereuse pour l'homme. — Ajoutons, malgré cela, qu'AUDIBERT, se

basant sur les travaux du Bureau des Mines des États-Unis qui mettent en relief la valeur considérable des écarts de résistance de ces animaux vis-à-vis de l'oxyde de carbone, condamne l'emploi de ces animaux dits avertisseurs.

DINOIRE a d'ailleurs noté que les divers détecteurs physico-chimique ou physiologiques ne rendent pas tous les services attendus de leur degré de sensibilité et de la variété de leurs principes en raison de plusieurs facteurs dont voici les principaux :

— Teneur de l'atmosphère en gaz toxique variable d'un point à un autre.

— Déplacement des zones d'atmosphère toxique sous l'influence du courant d'air.

— Dégagements de gaz toxiques si imprévus ou si intenses que l'homme se trouve intoxiqué avant que le détecteur ait pu jouer son rôle d'avertisseur.

c) Aussi, pratiquement, ne s'en rapporte-t-on, tout au moins dans les cas urgents, qu'aux moyens subjectifs (bruit des gaz échappant des récipients, odeur, couleur, premiers symptômes d'intoxication (si celle-ci se trouve être assez légère pour permettre une telle analyse).

*
* *

La signalisation doit, dans les agglomérations, incomber à la police. Grâce à des signaux sonores ou lumineux on doit pouvoir avertir la population du danger imminent d'une attaque de gaz. D'après

GEBELE, en Allemagne, la signilisation est prévue de la façon suivante :

1^o Avertissement : On prévient par téléphone la partie active de la population que, par exemple dans 1/2 heure on prévoit une attaque.

2^o Alarme : Le public non actif n'est alerté que 5 à 10 minutes avant l'attaque. Le signal acoustique ou optique avertit la population de fermer aussi hermétiquement que possible tout, et de gagner les abris. On éteint également les feus. Les rues doivent être complètement évacuées.

3^o Fin de l'attaque, signifiant que le danger momentané est passé, mais on ne doit pas encore quitter les abris.

4^o Avertissement de la fin du danger. Il est donné au moment où l'on peut sortir. Celui-ci dépend de la nature des gaz. En cas d'ypérite, il doit s'écouler plusieurs heures avant de pouvoir sortir car on doit procéder à une désintoxication rigoureuse par du chlorure de chaux, et une désinfection des vêtements.

*
* *

L'organisation des abris est un problème qui est encore en discussion. Les organisations militaires ont réalisé dans cet ordre d'idées de véritables modèles. Ce sont des abris en béton où l'on assure une suppression d'oxygène et le renouvellement de l'air. Pour la population civile, les meilleurs abris sont certainement constitués par les caves. Celles-ci

doivent être aménagées avec soin au point de vue des sources d'oxygène, de l'éclairage (électrique sur le courant de ville et avec des piles sèches pour prévoir une panne), des nourritures, de l'extinction d'un incendie éventuel, d'un matériel sanitaire sommaire, vêtements de réserve, etc.

Nous n'insistons pas sur un certain nombre de points : passages faciles d'un immeuble à l'autre, port obligatoire des masques, distribution de solutions neutralisantes (vaporisateurs à chlorure de chaux), etc.

*
* *

Quant aux soins médicaux à donner, nous allons reproduire ici les suggestions de P. BRUÈRE, approuvées par la Commission suburbaine de la Seine, présidée par M. le Professeur TANON, concernant l'organisation des abris sanitaires ou abris Z. Il s'agit de locaux pouvant être hermétiquement fermés et fournissant une garantie suffisante en cas de bombardement. Dans ces locaux on réalise une suppression d'oxygène fournie par des coffres de filtration d'un débit de 300 à 400 mètres cubes à l'heure. L'entrée et la sortie des malades est assurée par un tambour qui permet de conserver la pureté de l'atmosphère. Il importe d'insister sur le traitement spécial des yperités ou ayant subi l'action d'un gaz s'imprégnant dans les vêtements. Ces sujets restent la source de nouvelles intoxications et ne doivent

être admis dans l'abri et même pas dans les voitures d'ambulances collectives avant d'avoir subi une neutralisation complète (DAUTREBANDE).

Les abris sanitaires doivent être munis d'appareils de pulvérisation de liquides neutralisants, de médicaments d'urgence, de matériel de pansement et de petite chirurgie et surtout de possibilités d'administration d'oxygène et de mélanges d'oxygène et d'anhydride carbonique, c'est-à-dire de carbogène (COT).

On voit donc que l'organisation sanitaire doit être préparée longtemps à l'avance et l'on ne conçoit pas qu'elle puisse être improvisée au moment d'une attaque brusquée.

*
* *

Reste encore à envisager la tâche morale de la prophylaxie collective. Nous entendons par là l'éducation du public, le contrôle actif de la fabrication et de la vente des objets destinés à la prophylaxie (masques, appareils neutralisants, etc.), le maintien de la discipline et au besoin la mise en œuvre de mesure coercitives.

Le public, doit en effet, être averti des dangers des gaz. Cet avertissement n'implique pas la nécessité d'un état d'esprit pessimiste. Au contraire, il est indispensable de montrer que des mesures bien comprises et obéies peuvent soustraire la population aux dangers et qu'on possède des moyens sûrs contre

tous les gaz. Cette éducation peut se faire par des conférences, des tracts, des films, des exercices, etc.

Le fait de rassurer la population nécessite absolument le contrôle des masques. On sait que tous les appareils de filtration actuellement dans le commerce ne répondent pas aux exigences d'une bonne protection. La réglementation de la vente de ces appareils s'impose donc.

Le fait de faire connaître les gaz, leurs dangers et les moyens de protection dont nous disposons contre eux est déjà un facteur de discipline. Par exemple, en faisant connaître les propriétés de l'ypérite, il sera facile de faire comprendre tous les moyens qu'on y oppose et toutes les règles que nécessite la prophylaxie. Il est néanmoins certain que des mesures sévères sont nécessaires pour maintenir la discipline, pour éviter la panique et pour mener à bien l'organisation de la prophylaxie.

C'est au médecin et à l'hygiéniste qu'il appartient en fin de compte de diriger toute cette organisation d'accord en cela avec les techniciens divers. C'est grâce à la connaissance approfondie des diverses intoxications qu'on a pu fixer toutes les règles de conduite que nous avons exposées dans ce travail.

CONCLUSIONS

1^o La protection contre les gaz toxiques doit s'inspirer de nos connaissances concernant la composition chimique, l'action physiologique et la source de ces substances nocives. Il importe de considérer aussi qu'il existe nécessairement un moyen de protection contre la plupart des gaz car sans ce moyen on ne pourrait les préparer.

2^o Nous avons envisagé particulièrement les gaz de combat et nous avons analysé les facteurs extrinsèques de leur toxicité : diffusion, solubilité, température, tension de vapeur, etc.

3^o Une première catégorie de ces gaz agit en s'attaquant directement au revêtement de l'alvéole pulmonaire et en diminuant ainsi le champ de l'hématose (phosgène).

4^o Dans d'autre cas, le gaz s'attaque à l'hémoglobine et empêche la fixation de l'oxygène sur celle-ci oxyde de carbone et poisons méthéloglobinisants).

5^o Certains gaz arrivent à franchir les premières étapes de la respiration et s'attaquent alors soit à la respiration cellulaire (acide cyanhydrique) soit

au système nerveux (solvants organiques, arsines, tétraéthyle de plomb).

6° Dans une dernière catégorie, les gaz constituent des caustiques des muqueuses respiratoires supérieures et peuvent aboutir ainsi à l'anoxémie (ypérite).

7° La prophylaxie individuelle repose sur l'utilisation soit de masques filtrants soit d'appareils isolants. Aucun des appareils actuellement utilisés ne répond à tous les besoins. Il est nécessaire de réglementer et de contrôler la fabrication et la vente de ces appareils.

8° La prophylaxie individuelle ne peut se faire que dans le cadre d'une protection collective comprenant la détection des gaz, la signalisation du danger, l'organisation des abris, le soin aux gazés et enfin l'éducation du public et le maintien de la discipline. Une collaboration étroite du médecin, de l'hygieniste et des divers techniciens est nécessaire pour réaliser certaines mesures, en particulier les abris sanitaires.

Vu :

Le Doyen,

G. ROUSSY.

Vu :

Le Président de la thèse,

TANON.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris

CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- AUDIBERT (E). — « Note sur un appareil détecteur de l'oxyde de carbone et sur un appareil permettant le séjour en atmosphère oxycarbonée. » *Annales des Mines*, S 12, T. XXVIII, pages 184-201, 1930.
- BALTHAZARD (V). — *Traité de Médecine légale*.
- BLOCH D.-P. — *La guerre chimique*. Berger Levrault, Paris, 1927.
- BRUÈRE P. — *Abris sanitaires permanents et improvisés pour secours* Z. Paris, Lefrançois, 1934.
- COT. — *Les asphyxies du temps de paix et du temps de guerre*. Lorillot, Paris, 1932.
- COUILLAUD J. — Le danger aérochimique. *Rev. doc. du pharmacien*, déc. 1933.
- DAUTREBANDE. — *Les gaz toxiques*, Paris, Masson, 1933.
- DESCILLEULS. — L'intoxication oxycarbonée dans l'armée. *Archives de Médecine et Pharm. Militaires*, avril 1934.
- DESFOSSÉS. — La guerre chimique. *Presse médicale*, 28 nov. 1933.
- DINOIRE. — *La lutte contre l'oxyde de carbone pendant la guerre*. Thèse, Paris, 1920.
- FESSLER, GEBELE et PRANDTL. — *Gaskampfstoffe und Gasvergiftungen. Wie schützen wir uns*. Munich, Gmelin, 1933.
- FLURY. — *Gasvergiftungen*. Springer, Berlin, 1926.
- LABAT et DUFILHO. — Les arsines, gaz de combat. *Bulletin Soc. pharm.*, Bordeaux, 1933.
- MAYER A. et MAGNE. — Sur l'action toxique du sulfure d'éthyle dichloré. *C. R. Acad. Sciences*, 1920.
- MUNTSCH. O. — *Leitfaden der Pathologie und Therapie der Gaserkrankungen*. Leipzig, Thieme, 1932.

STANDER. R. N. — *Les accidents, par gaz nocifs dans l'industrie.*
Thèse Strasbourg, 1928.

TANON. — Intoxications par les gaz du moteur dans quelques
automobiles sanitaires. *Presse Médicale*, XXV, 1917, page 460.

WILMETE. — Sauvetage des asphyxiés et techniques de la pré-
vention. *Bruxelles Médical*, n° 8, décembre 1932.

YANDELL HENDERSON. — Exhaust gas in city streets. (*The
Journal of the Am. Med. Ass.*, t. 81, p. 385, 1923.)

IMP. R. BUSSIÈRE. — SAINT-AMAND (CHER), FRANCE, 18-3-1935.
